 doi 10.3969/j.issn.1673-4254.2017.11.19 J South Med Univ, 2017, 37(11): 1540-1544

临床研究

非糖尿病正常体质量人群的腰臀比与胰岛素抵抗的相关性

杨兴燕,邵孟佼,周 琴,夏 悦,邹和群
南方医科大学第三附属医院肾内科,广东 广州 510630

摘要:目的 在非糖尿病正常体质量人群中探讨腰臀比与胰岛素抵抗的相关性,比较其在不同性别的差异。**方法** 选择2012年6月~10月我国南方社区居民进行横断面筛查(n=2142)。将参与者分为男性组和女性组,并按腰臀比四分位数将男女各分为4组。HOMA-IR=[空腹血糖(FIG)x空腹胰岛素(FINS)]/22.5,HOMA-IR做为胰岛素抵抗的评价指标。建立Logistic回归模型分析正常体质量人群中腰臀比与胰岛素抵抗的相关性,并比较其在不同性别中的差异。**结果** 男性和女性正常体质量人群中胰岛素抵抗发生率分别为6.95%,11.47%。在女性非校正模型中,腰臀比与胰岛素抵抗显著相关(OR 6.60,95% CI 2.86 to 15.26,P<0.001),校正潜在混杂因素如高血压史、冠心病史、吸烟史、锻炼情况、BMI后,二者仍具相关性(OR 3.28,95% CI 1.34 to 8.04,P=0.009)。**结论** 在非糖尿病正常体质量人群中,女性腰臀比是胰岛素抵抗的独立危险因素。

关键词:腰臀比;胰岛素抵抗;性别;非糖尿病人群

Association of waist-to-hip ratio with insulin resistance in non-diabetic normal-weight individuals: a cross-sectional study

YANG Xingyan, SHAO Mengjiao, ZHOU Qin, XIA Yue, ZOU Hequn
Department of Nephrology, Institute of Nephrology and Urology, Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510630, China

Abstract: Objective To explore the relationship between waist-to-hip ratio (WHR) and insulin resistance(IR) in non-diabetic normal-weight individuals and investigate how this association differs between male and femalesubjects. **Methods** From June to October, 2012, we performed a cross-sectional survey among 2142 community-based non-diabetic Chinese participants, who were divided into 4 groups according to the gender-specific quartiles of WHR. Homeostatic model assessment of insulin resistance (HOMA-IR), calculated as the product of fasting plasma glucose (mmol/L) and fasting insulin (mU/L) divided by 22.5, was used as the indicator of insulin resistance. Logistic regression models were used to explore the association of WHR with IR in these subjects. **Results** In the unadjusted model, WHR was significantly associated with IR in women (OR=6.60, 95% CI: 2.86-15.26, P<0.001); the association was still significant (OR=3.28, 95% CI: 1.34-8.04, P=0.009) after adjustment for the potential confounders including the history of hypertension, coronary heartdisease, current smoker, physical inactivity, and body mass index. **Conclusion** WHR is independently associated with IR in non-diabetic Chinese women with normal body weight.

Keywords: waist-to-hip ratio; insulinresistance; gender; non-diabetic subjects

胰岛素抵抗(IR)是指胰岛素的生物学效应受损的一种状态,是代谢综合症的早期媒介,与糖尿病、冠心病等的发生发展密切相关[1-2]。近年来胰岛素抵抗的患者层出不穷,众所周知胰岛素抵抗主要由肥胖所导致,但研究发现正常体质量人群中存在代谢紊乱或胰岛素抵抗者并不少见[3-4]。本课题组前期的研究也证明正常体质量人群中存在胰岛素抵抗及代谢紊乱,我们还发现腰围是胰岛素抵抗及代谢综合征独立危险因素,而腰围是评价中心性肥胖的敏感指标[5]。可见正常体质量人群中,中心性肥胖与胰岛素抵抗密切相关。

临床诊断肥胖的常用指标是体质量指数(BMI)[6],但BMI只能反应总体的体脂指数,不能辨别脂肪或肌肉的重量,也不能区分脂肪在机体的分布情况[7-9]。多数BMI正常的人群已处于中心性肥胖,而这类人群往往被忽视。即使在正常体质量人群中腰臀比(WHR)也是用来诊断中心性肥胖即内脏脂肪的良好指标[10]。而有关WHR与IR相关性的研究甚少。本研究通过对珠海市湾仔社区原住居民进行流行病学调查,选取腰臀比作为中心性肥胖的评价指标,探讨在正常体质量人群中WHR和IR的相关性,并比较其在不同性别中的差异。

收稿日期:2017-06-10
基金项目:广州科技项目(201604020015);2016临床研究启动计划(LC2016PY047)
作者简介:杨兴燕,在读硕士研究生,E-mail: yxingyan@163.com
通信作者:邹和群,教授,博士生导师,主任医师,主任,电话:020-62784391,E-mail: hequnzou@hotmail.com

1 资料和方法

1.1 研究对象

选择2012年6月~10月在珠海市湾仔社区居住≥10年且具有本地户籍的18岁以上居民2142例。排除标准:(1)有糖尿病病史,目前服用降糖药物者;(2)无糖尿病病史,空腹血浆葡萄糖(FPG)>6.1 mmol/L或OGTT 2 h血浆葡萄糖(2 hPG)>11.1 mmol/L;(3)BMI≥24 kg/m^{2}者;(4)资料不完整者。最终纳入研究人数为1020人,其中女性689人,男性331人。

1.2 方法

由专业医护人员对参与者进行询问、填写问卷调查,记录所有研究对象的性别、年龄、病史、家族史、吸烟史、饮酒史、锻炼史、生活习惯等。完成信息登记的居民安排下一步体格检查及采血。体检当天对来检居民进行身高、体质量、腰围、臀围、血压值的测量。空腹抽血检测血清尿酸、血糖、胰岛素、血脂等。

1.3 诊断标准

IR诊断标准:胰岛素抵抗采用稳态模式胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)衡量,HOMA-IR=[空腹血糖(FIG)×空腹胰岛素(FINS)]/22.5[11-12],目前国际并无关于HOMA-IR的正常范围,但在不同人群其上限值在2~3[13-15],根据中国的流行病学调查,截止点为2.69[3, 5, 16-17]。BMI<24 kg/m^{2}为正常体质量[18]。腰围以腋中线肋弓下缘和髂嵴连线中点的水平位置为测量点,臀围以臀部(骨盆)最突出部位作为测量点,计算体质量指数(BMI)=体质量(kg)/身高(m)^2,腰臀比=腰围(cm)/臀围(cm)。所有参与者根据性别分为两组,每一组根据WHR四分位数各分为四小组(Q1-Q4)。

1.4 统计学处理

采用SPSS 20.0统计软件包对数据进行统计学分析。连续变量正态分布资料以均数±标准差表示;连续变量非正态分布资料以中位数和四分位数间距(25百分位数~75百分位数)表示;分类变量采用绝对值和相对值比(%)表示;连续变量组间比较采用方差分析;分类变量组间比较采用χ^2检验;采用Logistic回归分析IR的相关影响因素。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

1020例参与者纳入研究,平均年龄为50.45±15.73岁,其中女性689,男性331人;有胰岛素抵抗的有102人,其中女性79人,男性23人;无胰岛素抵抗的918人。如表1所示,男性WHR的四分位数间距分别为:Q1:<0.839;Q2:0.839~0.885;Q3:0.885~0.924;Q4:>0.924;如表2所示女性WHR四分位数间距分别是Q1:<0.791;Q2:0.791~0.854;Q3:0.854~0.889;Q4:>0.889。在女性组中,以WHR四分位数间距分为四组,各组胰岛素抵抗的发生率分别是4.1%,9.3%,10.3%,22.1%,各组之间IR发生率差异有统计学意义(P<0.001);在男性组中,以WHR四分位数间距分为4组,各组IR发生率分别为2.5%,4.8%,11.0%,9.5%,各组之间IR发生率无统计学差异(P>0.05)。表1,2所示,在男性和女性组中,最高四分位数间距的IR发生率比最低四分位数间距高(男性11.0% *vs* 2.5%;女性22.1% *vs* 4.1%),但这种差异仅在女性组有统计学意义(P<0.05)。

2.2 男性和女性分别以WHR四分位数间距分组的基本特征

如表1所示,男性WHR的中位数是0.89。受试者WHR每升高一个四分位数间距,葡萄糖、胰岛素、CRP、胆固醇、VLDL、甘油三酯、腰围、BMI、HOMA等并不随WHR的升高而相应增加(P>0.05)。IR的发生率在各组间差异无统计学意义(P>0.05)。如表2所示,女性WHR的中位数是0.85。随着WHR每增加一个四分位数间距,葡萄糖、胰岛素、CRP、胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白、VLDL、腰围、体质量、BMI水平相应增加,高密度脂蛋白水平相应减少,且各组间的差别均有统计意义,HOMA水平相应增加(P<0.05),较高的WHR四分位数间距同时有较高的IR发生率(P<0.05)。

2.3 WHR与IR的关系

在多因素Logistic回归模型中,以有无IR作为二分类因变量,WHR四分位数作为等级变量带入回归模型,Model 1为未校正模型;Model 2为校正高血压史、冠心病史、吸烟、锻炼等混杂因素;Model 3为校正高血压史、冠心病史、吸烟、锻炼、BMI。表3所示,在女性未校正模型Model 1中,与最低四分位数Q1组相比,Q2、Q3、Q4组的IR发生率显著增加(OR2.39,P=0.062;OR 2.67,P=0.033;OR 6.60,P<0.001)。在校正高血压史、冠心病史、吸烟、锻炼等混杂因素后,相对于最低四分位数组,最高四分位数组OR达5.22(P<0.001);在此基础上继续校正BMI,与最低四分位数组相比,最高四分位数组OR值也达3.28(P=0.009)。女性WHR与IR相关,此相关独立于BMI。

3 讨论

本研究表明在非糖尿病正常体质量的男性和女性人群中分别有6.95%,11.47%存在胰岛素抵抗。在正常体质量的女性个体中,排除年龄、高血压病史、冠心病病史、吸烟、缺乏体育锻炼及BMI等混杂因素后,WHR仍是IR的危险因素。

近年来代谢性疾病的发生率不断升高,随着生活质量的提高,肥胖发生率>20%,在21世纪达到了爆炸时期[19]。肥胖与IR密切相关,过去人们单纯关注肥胖人

表1 男性以WHR四分位数间距分组的基本特征

Tab.1 Baseline characteristics of the male subjects stratified according to WHR quartiles

Characteristics	Quartile one<0.84	WHR Quartile two 0.84-0.89	Quartile three 0.89-0.92	Quartile four >0.92	*P*
Age (year)	45±18.07	52.74±15.12	53.85±15.85	56.68±15.60	<0.001
History of hypertension (%)	10 (12.3)	12 (14.5)	12 (14.6)	19 (22.6)	0.34
History of coronary heart disease (%)	0 (0.0)	1 (1.2)	2 (2.4)	1 (1.2)	0.567
Current smoker (%)	25 (31.2)	31 (37.8)	26 (31.7)	28 (33.7)	0.806
Physical inactivity (%)	39 (50.6)	37 (47.4)	41 (50.6)	47 (50.1)	0.874
GLU (mmol/L)	4.52±0.40	4.61±0.40	4.59±0.36	4.76±0.40	0.001
INS (mmol/L)	6.05±2.98	7.03±4.83	8.12±4.37	7.54±3.59	0.009
CRP (mg/L)	1.22±0.62	1.46±1.14	1.67±0.94	1.60±0.80	0.008
TC (mmol/L)	4.92±1.11	5.27±0.92	5.41±1.00	5.24±1.09	0.024
TG (mmol/L)	2.86±0.96	3.14±0.83	3.23±0.92	3.11±0.94	0.065
LDL (mmol/L)	2.86±0.96	3.14±0.83	3.23±0.92	3.11±0.94	0.065
VLDL (mmol/L)	0.51±0.23	0.56±0.28	0.72±0.48	0.67±0.41	0.001
HDL (mmol/L)	1.57±0.37	1.55±0.32	1.46±0.30	1.45±0.29	0.060
H (cm)	168.79±6.73	1.67.62±6.17	166.37±6.29	168.00±6.26	0.105
WC (cm)	90.34±5.23	92.07±5.39	92.07±4.94	88.60±8.87	0.001
HIP (cm)	90.34±5.23	92.07±5.39	92.07±4.94	88.60±8.87	0.001
G (kg)	57.53±7.72	60.46±6.65	60.99±6.26	61.20±6.51	0.002
BMI (kg/m^2)	20.16±2.17	21.49±1.75	22.01±1.56	21.68±1.91	<0.001
WHR	0.80±0.03	0.86±0.01	0.90±0.01	0.98±0.13	<0.001
HOMA	1.22±0.62	1.46±1.14	1.67±0.94	1.60±0.80	0.008
IR (%)	2 (2.5)	4 (4.8)	9 (11.0)	8 (9.5)	0.109

GLU: Blood glucose. INS: Fasting insulin; CRP: C-reactive protein; TC: Serum cholesterol; TG: Serum triglyceride; LDL: Serum triglyceride; HDL: High density lipoprotein; H: Height; WC: Waistcircumference; HIP: Hip circumference; G: Weight; BMI: Body mass index; WHR: Waist-to-hip ratio; HOMA: Homeostaticmodel assessment; IR: Insulin resistance.

群的胰岛素抵抗,BMI正常的胰岛素抵抗人群往往被忽略。而正常体质量人群中IR和代谢综合征的发生率却并不少[3-4]。Ruderman最先提出存在胰岛素抵抗的正常体质量人群通常与中心性肥胖有关[20-21]。中国人BMI小于西方人,但糖尿病发病率却与西方人群相当。这是由于腹内脂肪增加是中国2型糖尿病人群体脂分布的特征[22]。Baolan等[23]研究也证明内脏肥胖与胰岛素抵抗成正比。由此,推测腹型肥胖及中心性肥胖指标可准确反映胰岛素抵。而腰臀比是中心性肥胖的一项诊断指标,可作为脂肪分布的标准,提示腹壁脂肪与内脏脂肪的堆积程度,能准确地预测肥胖,尤其是中心性肥胖[9, 24-25]。这种异常沉积的脂肪可作为内分泌器官,分泌多种细胞因子,参与胰岛素抵抗病理生理学过程[26]。本研究选择WHR最为中心性肥胖的评价指标,建立logistic回归对WHR与IR进行回归分析,发现在女性正常体质量人群中腰臀比是胰岛素抵抗的危险因素,且胰岛素抵抗的发生率随着腰臀比的增大而升高(P<0.001)。这与前期的研究具有一致性。

内脏肥胖患者血清中脂联素分泌减少,而脂联素连接着脂肪组织和整体的代谢[27]。又有研究认为脂联素是具有胰岛素敏感和抗炎功能的脂肪因子,内脏肥胖人群中脂联素分泌减少,导致胰岛素敏感性下降[28]。脂肪不仅是惰性储能组织,还能分泌很多炎性介质如肿瘤坏死因子(TNF),白细胞介素-6(IL-6)及抵抗素等脂肪细胞因子导致胰岛素抵抗[26]。可见中心性肥胖与胰岛素抵抗的发生有密切关系。但内脏肥胖导致胰岛素抵抗的原因还有待进一步研究。

本研究发现,在女性组中,WHR是IR的独立危险因素,这可能与性激素水平有关。中心性肥胖的发生与性激素水平的下降有关[29]。女性绝经后性激素水平急

表2 女性以WHR四分位数间距分组的基本特征

Tab.2 Baseline characteristics of the male subjects stratified according to WHR quartiles

Characteristics	Quartile one <0.79	WHR Quartile two 0.79-0.85	Quartile three 0.85-0.89	Quartile four>0.89	*P*
Age (year)	41.72±14.90	47.48±11.75	51.42±14.53	57.40±15.15	<0.001
History of hypertension (%)	6 (3.6)	9 (5.3)	28 (16.1)	25 (14.5)	<0.001
History of coronary heart disease (%)	1 (0.6)	2 (1.2)	7 (4.0)	2 (1.2)	0.065
Current smoker (%)	2 (1.2)	2 (1.2)	2 (1.1)	3 (1.8)	0.949
Physical inactivity (%)	49 (30.6)	77 (46.1)	77 (45.6)	78 (47.6)	0.006
GLU (mmol/L)	4.51±0.32	4.60±0.39	4.66±0.36	4.68±0.39	<0.001
INS (mmol/L)	6.90±3.07	7.44±3.36	8.08±3.54	9.50±5.49	<0.001
CRP (mg/L)	0.89±2.04	1.16±1.65	1.65±2.22	1.72±2.35	<0.001
TC (mmol/L)	4.89±0.36	5.20±1.03	5.41±1.04	5.45±0.98	<0.001
TG (mmol/L)	0.90±0.36	1.14±0.80	1.22±0.58	1.48±0.76	<0.001
LDL (mmol/L)	2.78±0.74	3.04±0.88	3.24±0.89	3.20±0.83	<0.001
VLDL (mmol/L)	0.41±0.16	0.50±0.29	0.56±0.26	0.67±0.35	<0.001
HDL (mmol/L)	1.71±0.33	1.66±0.32	1.62±0.31	1.57±0.34	0.001
H (cm)	157.94±5.62	156.80±4.96	162.59±6.00	155.44±6.27	0.338
WC (cm)	68.09±4.59	73.72±4.39	78.29±4.31	87.43±4.91	<0.001
HIP (cm)	89.70±5.22	90.13±5.08	90.46±4.83	89.07±8.43	0.165
G (kg)	49.23±5.71	51.26±5.14	52.08±5.69	52.76±5.87	<0.001
BMI (kg/m^2)	19.73±2.00	20.84±1.76	21.00±2.45	21.81±1.71	<0.001
WHR	0.76±0.03	0.82±0.02	0.87±0.01	1.00±0.62	<0.001
HOMA	1.39±0.64	1.54±0.76	1.68±0.76	1.99±1.14	<0.001
IR (%)	7(4.1)	16(9.3)	18(10.3)	38(22.1)	<0.001

GLU: Blood glucose; INS: Fasting insulin; CRP: C-reactive protein; TC: Serum cholesterol; TG: Serum triglyceride; LDL: Serum triglyceride; HDL: High density lipoprotein; H: Height; WC: Waist circumference; HIP: Hip circumference; G: Weight; BMI: Body mass index; WHR: Waist-to-hip ratio; HOMA: Homeostaticmodel assessment; IR: Insulin resistance.

表3 女性WHR和IR之间的关系

Tab.3 Association between WHR and IR in the female subjects

Quartiles of WHR	Model one[a]		Model two[b]		Model three[c]	
	OR (95% CI)	*P*	OR (95% CI)	*P*	OR (95% CI)	*P*
Quartile one	Reference		Reference		Reference	
Quartile two	2.39 (0.96-5.96)	0.062	2.27 (0.90-5.73)	0.081	1.79 (0.60-4.57)	0.227
Quartile three	2.67 (1.09-6.57)	0.033	2.21 (0.89-5.53)	0.091	1.59 (0.52-4.08)	0.336
Quartile four	6.60 (2.86-15.26)	0.000	5.22 (2.22-12.32)	<0.001	3.28 (1.34-8.04)	0.0001

[a]Unadjusted; [b]adjusted for history of hypertension, coronary heart disease, current smoker, physical inactivity; [c]adjusted for above+BMI.

剧下降，女性这种性激素水平变化直接或间接的引起脂肪再分布，脂肪从外周转移到腹部形成中心性肥胖，从而导致女性代谢综合征和IR危险性增高。本研究从流行病学的角度为WHR与IR关系研究提供了更多的依据，丰富了亚洲人群的相关资料，为IR、糖尿病的防治及政府决策提供了指导。但由于中国文化的影响，大部分男性均外出务工，收集到的男性病例数甚少，且由于男性从事体力劳动者占多数，相对肥胖者占少数，故本研究尚未对男性的腰臀比及胰岛素抵抗进行相关性研究，且本研究是一个横断面的调查，抽样人群的数量有限，随机样本仅有一定代表性，不排除选择性偏差及地域差异，例如仅局限于湾仔镇一个地区，因此有必要进行多

地区的长期的且包含更多男性病例数的前瞻性研究，以明确WHR预测IR的价值及其在性别间的差异。

本研究发现在非糖尿病的正常体质量人群中胰岛素抵抗发生率并不少，在女性组中腰臀比是胰岛素抵抗的独立危险因素。

参考文献:

[1] Laakso M, Kuusisto J. Insulin resistance and hyperglycaemia in cardiovascular disease development[J]. Nat Rev Endocrinol, 2014, 10(5): 293-302.

[2] Li Y, He S, Sun Y, et al. Deterioration of insulin release rate response to glucose during oral glucose tolerance test is associated with an increased risk of incident diabetes in normal glucose tolerance subjects[J]. IUBMB Life, 2017, 69(9): 756-66.

[3] Chen S, Chen Y, Liu X, et al. Association of insulin resistance with chronic kidney disease in non-diabetic subjects with normal weight [J]. PLoS One, 2013, 8(9): e74058.

[4] Hashemipour S, Esmailzadehha N, Hamid H, et al. Association of metabolic syndrome components with insulin resistance in normal weight population: the Qazvin Metabolic Diseases study [J]. J Endocrinol Invest, 2015, 38(10): 1111-5.

[5] Chen SY, Chen YM, Liu XY, et al. Insulin resistance and metabolic syndrome in normal-weight individuals[J]. Endocrine, 2014, 46(3): 496-504.

[6] Bastien M, Poirier P, Lemieux I, et al. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease [J]. Prog Cardiovasc Dis, 2014, 56(4): 369-81.

[7] Shea JL, King MT, Yi Y, et al. Body fat percentage is associated with cardiometabolic dysregulation in BMI-defined normal weight subjects[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2012, 22(9): 741-7.

[8] Zhang P, Wang R, Gao C, et al. Prevalence of central obesity among adults with normal BMI and its association with metabolic diseases in Northeast China[J]. PLoS One, 2016, 11(7): e0160402.

[9] 周 琴, 李永强, 祝爽爽, 等. 非糖尿病人群腰臀比和慢性肾脏病的相关性[J]. 南方医科大学学报, 2016, 36(9): 1221-5.

[10] Kuba VM, Leone C, Damiani D. Is waist-to-height ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children [J]? BMC Pediatr, 2013, 13: 91.

[11] Linder K, Springer F, Machann J, et al. Relationships of body composition and liver fat content with insulin resistance in obesity-matched adolescents and adults[J]. Obesity (Silver Spring), 2014, 22(5): 1325-31.

[12] Vella CA, Van Guilder GP, Dalleck LC. Low cardiorespiratory fitness is associated with markers of insulin resistance in young, normal weight, Hispanic women [J]. Metab Syndr Relat Disord, 2016, 14(5): 272-8.

[13] Salaroli LB, Cattafesta M, Molina MDCB, et al. Insulin resistance and associated factors: a cross-sectional study of bank employees [J]. Clinics (Sao Paulo), 2017, 72(4): 224-30.

[14] Maruyama H, Kobayashi K, Kiyono S, et al. Interrelationship between insulin resistance and portal haemodynamic abnormality in cirrhosis[J]. Int J Med Sci, 2017, 14(3): 240-5.

[15] Benetti-Pinto CL, Piccolo VB, Yela DA, et al. Thyroid-stimulating hormone and insulin resistance: their association with polycystic ovary syndrome without overt hypothyroidism [J]. Rev Bras Ginecol Obstet, 2017, 39(5): 224-8.

[16] Tang Q, Li X, Song P, et al. Optimal cut-off values for the homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) and pre-diabetes screening: Developments in research and prospects for the future[J]. Drug Discov Ther, 2015, 9(6): 380-5.

[17] 高金金, 侯丽辉, 李 妍, 等. 体质量指数正常的多囊卵巢综合征伴胰岛素抵抗患者的临床特征及胰岛素抵抗影响因素分析[J]. 实用妇产科杂志, 2017, 33(3): 202-5.

[18] Zhang M, Wang B, Liu Y, et al. Cumulative increased risk of incident type 2 diabetes mellitus with increasing triglyceride glucose index in normal-weight people: The Rural Chinese Cohort Study[J]. Cardiovasc Diabetol, 2017, 16(1): 30.

[19] Stenvinkel P, Ikizler TA, Mallamaci F, et al. Obesity and nephrology: results of a knowledge and practice pattern survey[J]. Nephrol Dial Transplant, 2013, 28(Suppl 4): iv99-104.

[20] Ruderman NB, Berchtold P, Schneider S. Obesity-associated disorders in normal-weight individuals: some speculations [J]. Int J Obes, 1982, 6(Suppl 1): 151-7.

[21] Conus F, Rabasa-Lhoret R, Péronnet F. Characteristics of metabolically obese normal-weight (MONW) subjects [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2007, 32(1): 4-12.

[22] Araújo J, Severo M, Santos S, et al. Life course path analysis of total and central adiposity throughout adolescence on adult blood pressure and insulin resistance [J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2017, 27(4): 360-5.

[23] Ji B, Qu H, Wang H, et al. Association between the visceral adiposity index and homeostatic model assessment of insulin resistance in participants with normal waist circumference [J]. Angiology, 2017, 68(8): 716-21.

[24] Elsayed EF, Tighiouart H, Weiner DE, et al. Waist-to-hip ratio and body mass index as risk factors for cardiovascular events in CKD [J]. Am J Kidney Dis, 2008, 52(1): 49-57.

[25] Silva MI, Lemos CC, Torres MR, et al. Waist-to-height ratio: an accurate anthropometric index of abdominal adiposity and a predictor of high HOMA-IR values in nondialyzed chronic kidney disease patients[J]. Nutrition, 2014, 30(3): 279-85.

[26] Golbidi S, Laher I. Exercise induced adipokine changes and the metabolic syndrome[J]. J Diabetes Res, 2014: 726861.

[27] 杨朝菊, 霍丽静, 王树松. 高脂血症、糖尿病患者血清摄食抑制因子-1、脂联素和瘦素水平及其相关性[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(6): 1374-6.

[28] De Abreu VG, Martins CJM, De Oliveira PAC, et al. High-molecular weight adiponectin/HOMA-IR ratio as a biomarker of metabolic syndrome in urban multiethnic Brazilian subjects [J]. PLoS One, 2017, 12(7): e0180947.

[29] 田延红, 周晓玲, 吴丽华, 等. 腰围臀围比与慢性肾脏病间的相关性分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2015, 37(8): 913-6.

（编辑：吴锦雅）